

Załącznik do uchwały Nr 574/2024
Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
z dnia 3 lipca 2024 r.



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

**Wymagania dla materiałów węglowych
nakładek stykowych pantografów
dopuszczonych do współpracy
z siecią trakcyjną zarządzaną
przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
let-4**

Obowiązują od 10.08.2024 r.

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Autor: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala

Biuro Energetyki

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

tel. +48 22 47 320 70

www.plk-sa.pl, e-mail: ien@plk-sa.pl

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala

Biuro Standaryzacji i Utrzymania

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

tel. +48 22 47 326 14

www.plk-sa.pl, e-mail: ist@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych całości lub części wytycznych, bez uprzedniej zgody PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. – są zabronione.

Spis treści

§1. Postanowienia ogólne	4
§2. Przedmiot opracowania.....	4
§3. Przepisy związane	4
§4. Zakres zastosowania	5
§5. Wymagania techniczne	6
§6. Badania	7
§7. Badanie nagrzewania styku przewód jezdny – nakładka stykowa	7
§8. Przebieg badań.....	9
§9. Badanie zawartości metalu w materiale węglowym.....	9
§10. Badanie twardości materiału węglowego	10
§11. Pomiar szerokości nakładki.....	10
Tabela zmian	11

§1.

Postanowienia ogólne

1. „Wymagania dla materiałów węglowych nakładek stykowych pantografów dopuszczonych do współpracy z siecią trakcyjną zarządzaną przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. let-4” (zwane dalej: „Wymaganiami”) zostały opracowane między innymi na podstawie pracy wykonanej przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa Zakład Elektroenergetyki ul. Chłopickiego 50, 04-475 Warszawa (Umowa nr 60/010/008/00/000151/09/I/0 nr CNTK.E-A/156/12/2009 z dnia 22 grudnia 2009 r.).
2. Nakładka stykowa (ślizgowa) stanowi wymienialny element ślizgacza pantografu, który poprzez bezpośredni styk z przewodem (-ami) jezdny (-ymi) zapewnia odpowiedni odbiór prądu z górnej sieci trakcyjnej.
3. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) Nr 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r., nakładki stykowe stanowią składnik interoperacyjności podsystemu „Tabor — lokomotywy i tabor pasażerski” (zwanym dalej: „TSI LOC&PAS”) i muszą spełniać wymagania TSI LOC&PAS.
4. Materiał z jakiego mogą wykonane być nakładki stykowe określa zarządca infrastruktury w rejestrze infrastruktury kolejowej, z zachowaniem wymagań wskazanych w TSI LOC&PAS.

§2.

Przedmiot opracowania

1. Przedmiotem Wymagań jest zbiór zasadniczych wymagań technicznych stawianych materiałom węglowym na nakładki stykowe pantografów oraz metod badań i oceny ich wyników.
2. Zalecenia Wymagań dotyczą materiału nakładek do pantografów eksploatowanych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
3. Wymagania są zgodne z przepisami zawartymi w krajowych i europejskich dokumentach normalizacyjnych i prawnych podanych w §3.

§3.

Przepisy związane

1. Przepisy:
 - 1) PN-EN 50119:2020-12 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacyjne -- Sieć jezdna górna trakcji elektrycznej;
 - 2) PN-EN 50149:2012 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacyjne -- Trakcja elektryczna -- Profilowane przewody jezdne z miedzi i jej stopów;
 - 3) PN-EN 50122-1:2023-06 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacyjne -- Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna -- Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym;
 - 4) ZN-KFK-019:2000 Przewody jezdne z miedzi srebrzej;

- 5) PN-E-90090:1996 Przewody jezdne z miedzi i miedzi modyfikowanej;
 - 6) PN-EN 50206-1:2010 Zastosowania kolejowe -- Tabor -- Pantografy: Charakterystyki i badania -- Część 1: Pantografy pojazdów linii głównych;
 - 7) PN-EN 50317:2012 Zastosowania kolejowe -- Systemy odbioru prądu -- Wymagania dotyczące walidacji wyników pomiarów oddziaływania dynamicznego pomiędzy pantografem a siecią jezdnią górną;
 - 8) PN-EN 50367:2021-06 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacyjne i tabor kolejowy - - Kryteria w celu osiągnięcia kompatybilności technicznej między pantografami a siecią jezdnią górną;
 - 9) PN-EN 50405:2016-06 Zastosowania kolejowe -- Systemy odbioru prądu -- Pantografy, metody badań nakładek stykowych;
 - 10) PN-IEC 50(811):1997 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki -- Trakcja elektryczna;
 - 11) Decyzja Komisji 2010/713/UE z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie modułów procedur oceny zgodności, przydatności do stosowania i weryfikacji WE stosowanych w technicznych specyfikacjach interoperacyjności przyjętych na mocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE;
 - 12) Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii z późn. zm.;
 - 13) Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor — lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej z późn. zm.;
 - 14) Instrukcja o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Ir-17;
 - 15) Regulamin sieci.
2. Wyszczególnione przepisy nie stanowią zbioru zamkniętego i obowiązują od dnia ich wejścia w życie lub od dnia ich zmiany. Nowelizacja któregośkolwiek przepisu przywołanego w Wymaganiach nie stanowi zasadniczo podstawy do zmiany/nowelizacji Wymagań, chyba że taka zmiana jest konieczna z uwagi na przedmiot nowelizacji przepisu.

§4.

Zakres zastosowania

1. Wymagania dotyczą doboru węglowych nakładek stykowych pantografów taboru trakcyjnego przeznaczonego do eksploatacji z prędkością do 250 km/h w systemie zasilania o napięciu 3 kV prądu stałego.

2. Materiał węglowy winien być dostosowany do współpracy z przewodami jezdnyymi z gatunku Cu-ETP, CuAg0,10 oraz CuMg w warunkach odbioru prądów przez poruszający się lub stojący pojazd trakcyjny.
3. Pantografy z węglowymi nakładkami stykowymi powinny być stosowane we wszystkich warunkach klimatycznych występujących na terenie Polski, w szczególności: przy opadach atmosferycznych, szadzi, oblodzeniu (sieci trakcyjnej), a także przy zapyleniu i zanieczyszczeniach przemysłowych.
4. Na podstawie analizy wyników badań wykonanych zgodnie z Wymaganiami, upoważniona jednostka wystawia opinię, dotyczącą spełnienia kryteriów i możliwości bezpiecznej eksploatacji węglowych nakładek stykowych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
5. Pozytywna opinia wydana przez upoważnioną jednostkę wraz z wnioskiem zainteresowanego podmiotu, jest podstawą dla umieszczenia materiału w wykazie materiałów dopuszczonych, z których mogą być wykonane nakładki stykowe odbieraka prądu (pantografu) pojazdu trakcyjnego do kontaktu z siecią trakcyjną PKP Polskich Linii Kolejowych S.A.
6. Wykaz, o którym mowa w ust. 5, stanowi załącznik do „Regulaminu sieci”.

§5.

Wymagania techniczne

1. Przewoźnik kolejowy w ramach wewnętrznego systemu zarządzania utrzymaniem (MMS) oraz na podstawie dokumentacji systemu utrzymania pojazdu (DSU) stosuje materiały na nakładki stykowe określone przez zarządcę infrastruktury w rejestrze infrastruktury kolejowej, z zachowaniem wymagań wskazanych w TSI LOC&PAS.
2. Grubość eksploatowanych nakładek stykowych nie może być mniejsza niż graniczna wartość określona przez producenta nakładek stykowych i określona dla danego typu pantografu w dokumentacji techniczno-ruchowej.
3. Dostarczane nakładki stykowe muszą być dedykowane do montażu na ślizgaczach pantografów o geometrii B.2 lub B.7 zgodnej z normą PN-EN 50367:2021-06 lub innej określonej w „Regulaminie sieci”.
4. Wymagania dla materiałów węglowych stosowanych w nakładkach stykowych pantografów w okresie od 1 kwietnia do 14 listopada:
 - 1) przyrost temperatury przewodów jezdnych w miejscu styku podczas postoju przez minimum 30 minut: $\leq 80^{\circ}\text{C}$;
 - 2) zawartość wagowa domieszek metalicznych (miedź lub jej stop) w materiale nakładek węglowych nie może przekraczać 40%;
 - 3) twardość materiału węglowego: $\leq 120 \text{ HRB}$;
 - 4) szerokość węglowych nakładek stykowych: $60 \text{ mm} \leq x \leq 70 \text{ mm}$.

Wymagania opracowano przy założeniu ochrony przewodów jezdnych przed ich przegrzaniem podczas postępu pojazdu, a także w celu zmniejszenia tempa ścieralności przewodów jezdnych oraz węglowych nakładek stykowych.

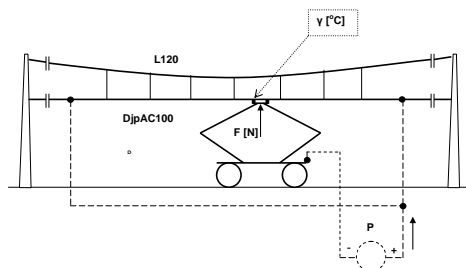
5. W okresie od 15 listopada do 31 marca, zgodnie z Instrukcją o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Ir-17, dopuszcza się stosowanie nakładek stykowych:
 - 1) węglowych o zawartości metalu w przedziale: $25\% < x \leq 40\%$;
 - 2) wykonanych z innych materiałów, z większą zawartością metali lub z węgla impregnowanego płaszczem miedzianym, wskazanych przez zarządcę infrastruktury w rejestrze infrastruktury kolejowej, z zachowaniem wymagań wskazanych w TSI LOC&PAS.

§6. Badania

1. Materiał nakładek stykowych powinien być poddany następującym badaniom i sprawdzeniom:
 - 1) badanie nagrzewania styku przewod jezdny – nakładka stykowa;
 - 2) badanie zawartości metalu w materiale węglowym;
 - 3) badanie twardości materiału węglowego;
 - 4) sprawdzenie szerokości nakładki.

§7. Badanie nagrzewania styku przewod jezdny – nakładka stykowa

1. W skład laboratoryjnego stanowiska badawczego (Rysunek 1) wchodzi pantograf z węglowymi nakładkami stykowymi oraz odcinek naprężonego przewodu (-ów) jezdny (-ych) Djp 100 (AC-100) o długości minimum 10 m odwzorowujący sieć jezdnią. Przekrój poprzeczny przewodu powinien wynosić około 90 % przekroju nominalnego aby odwzorować rzeczywiste warunki ruchowe. Pantograf powinien być umieszczony w środkowym fragmencie odcinka przewodu, celem uniknięcia ogrzewania od zacisków przyłączeniowych zestyku węglowe nakładki – przewód (-ody) jezdny (-ne). Pozycja pantografu powinna zawierać się w zakresie roboczym na jaki pantograf został zaprojektowany, określonym według PN-EN 50206-1:2010, jako różnica pomiędzy wysokością w „górną pozycję działania” i wysokością w „dolną pozycję działania”.

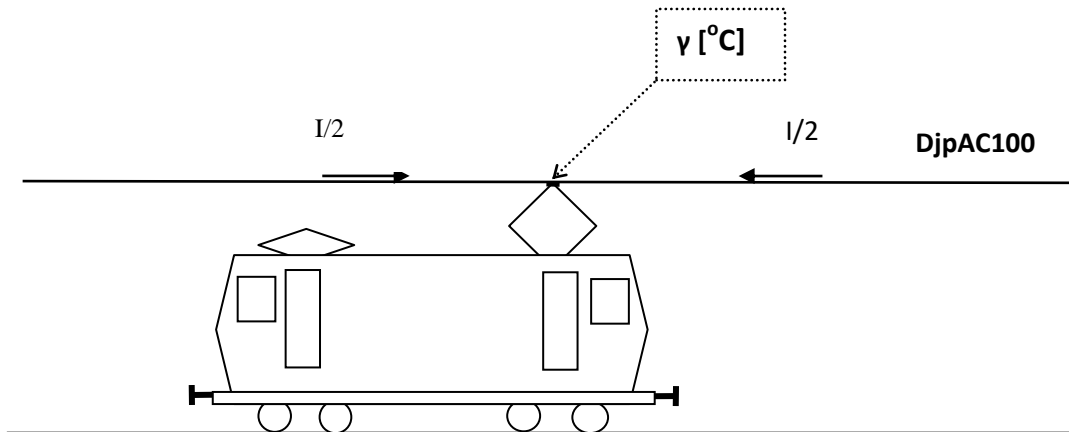


Rysunek 1 Laboratoryjne stanowisko badawcze

γ [°C] – temperatura przewodu jezdny; F [N] – siła docisku 110 N; I [A] – prąd 200 A DC;

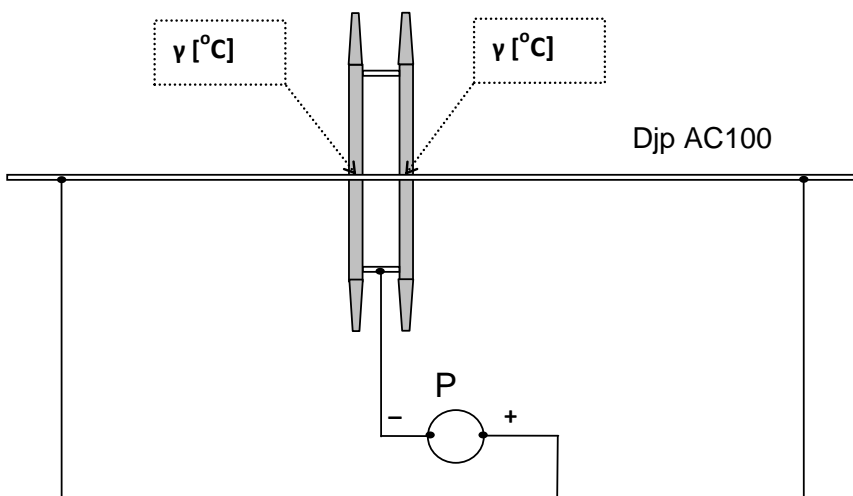
L120 – lina nośna; DjpAC100 – przewód jezdny; P – prądnica prądu stałego

2. Laboratoryjne stanowisko badawcze powinno znajdować się w pomieszczeniu zamkniętym, zapewniającym stałą temperaturę otoczenia i bezruch powietrza oraz zabezpieczającym przed niepożądanym promieniowaniem cieplnym. Pantograf powinien być w stanie kompletnym. Połączenia elektryczne pantografu powinny być wykonane typowymi przewodami, stosowanymi przy połączeniach na pojeździe.
3. Zasilanie prądem 200 A DC powinno być dwustronne, w obu końcach przewodu jezdnego. Źródło prądu stałego powinno zapewniać stabilny przepływ prądu przez elektryczny obwód pomiarowy w czasie minimum 30 minut. Metoda pomiaru temperatury nie powinna mieć wpływu na uzyskaną wartość. Zaleca się użycie cienkich termoelementów lub kamery termowizyjnej. Pomiar temperatury powinien odbywać się w sposób ciągły.
4. Stanowisko badawcze do pomiaru temperatury (rysunek 2) - źródłem prądu stałego (w zależności od możliwości technicznych) może być zasilanie z sieci trakcyjnej 3 kV DC, bateria akumulatorów lub prądnica DC. Pozostałe warunki badań powinny być jak w ust. 1.



Rysunek 2 Stanowisko badawcze do pomiaru temperatury

5. Stanowisko badawcze do pomiaru temperatury - rzut "z góry" z punktami pomiaru temperatury na przewodach jezdnych pokazano na rysunku 3 (oznaczenia jak dla rysunku 1).



Rysunek 3 Punkty pomiaru temperatury przewodu jezdnego

**§8.
Przebieg badań**

1. Badania powinny dotyczyć przyrostu temperatury przewodów jezdnych w miejscu styku z nakładkami węglowymi. Sprawdzenie temperatury nagrzewania styku powinno być przeprowadzone na stanowisku badawczym odtwarzającym warunki odbioru prądu przez pojazd trakcyjny podczas jego postoju. Statyczna siła nacisku nakładek węglowych na przewód jezdny powinna odpowiadać wartości 110 N. Nakładki powinny być nowe, bez uszkodzeń, bezpośrednio z dostawy od producenta.
2. Należy przyjąć, że pantograf współpracuje z siecią trakcyjną z jednym przewodem jezdny o przekroju 100 mm² (typu Dj_p 100 (AC-100)) z gatunku CuETP lub CuAg0,10.
3. Badania należy przeprowadzić w układzie jeden przewód jezdny, zadając wartość prądu odbieranego przez pantograf jako 200 A.
4. W przypadku, gdy wynik badania przeprowadzonego w układzie zgodnym z ust. 3 będzie negatywny, badanie należy przeprowadzić w układzie dwa przewody jezdne przy prądzie 200 A oraz jeden przewód jezdny przy przepływie prądu 100 A.
5. Wynik badania należy uznać za pozytywny, gdy po 30 minutach przepływu prądu przez zestyk nakładki – przewód jezdny, przyrost temperatury przewodu będzie $\Delta\gamma \leq 80^{\circ}\text{C}$. Pomiar temperatury powinien być przeprowadzony w sposób ciągły lub z częstotliwością pomiaru co 2 s lub częściej. Dokładność pomiaru temperatury co najmniej $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Rozdzielczość termiczna obrazu 1 mm².
6. Jeżeli wynik badania przeprowadzonego według ust. 3 będzie negatywny, a wynik badania przeprowadzonego według ust. 4 pozytywny, wówczas wynik badania nagrzewania uznaje się za pozytywny i badany typ materiału może być stosowany na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z zastrzeżeniem, że podczas postoju pod siecią jedнопrzewodową muszą być podniesione i załączone dwa pantografy.

**§9.
Badanie zawartości metalu w materiale węglowym**

1. Ze względu na fakt, że węglowe nakładki stykowe cechują się zazwyczaj strukturą gruboziarnistą badanie należy prowadzić metodą absorpcji atomowej w minimum pięciu punktach na powierzchni nakładki oddalonych wzajemnie od siebie o minimum 5 cm, przy czym próbki do badań powinny być pobierane w tych punktach z objętości minimum 1000 mm³.
2. Wynik badania uznaje się za pozytywny, jeżeli w każdym z punktów zawartość wagowa domieszek metalicznych (miedź lub jej stop) w materiale nakładek węglowych nie przekracza 40%.

§10.

Badanie twardości materiału węglowego

1. Badania należy prowadzić metodą pomiaru twardości Rockwell'a zgodnie z obowiązującymi normami, w minimum pięciu punktach na powierzchni nakładki, w punktach oddalonych wzajemnie od siebie o minimum 5 cm.
2. Wynik badania uznaje się za pozytywny, jeżeli w żadnym z punktów twardość materiału węglowego nie przekracza wartości 120 HRB.
3. Nadmierna twardość węglowych nakładek stykowych powodowałaby zwiększenie szybkości zużywania się przewodu (-ów) jezdnych (-ych).
4. Dotychczasowe badania i eksploatacja węglowych nakładek stykowych w Polsce wykazały, że uzyskuje się poprawną współpracę tych nakładek z przewodem (-ami) jezdny (-mi) dla materiałów węglowych o twardości do 120 HRB.

§11.

Pomiar szerokości nakładki

1. Pomiaru szerokości nakładki stykowej należy dokonać dowolną metodą zapewniającą dokładność pomiaru $\pm 0,1$ mm lub lepszą. Pomiarów należy dokonać dla całego obszaru roboczego nakładki.
2. Wynik badania uznaje się za pozytywny, jeżeli w każdym punkcie obszaru roboczego nakładki jej szerokość zawiera się w przedziale $60 \text{ mm} \leq x \leq 70 \text{ mm}$.
3. Szerokość nakładki wynika z konieczności współpracy z elementami osprzętu kolejowej sieci trakcyjnej, które są stosowane na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
4. Dotychczasowe doświadczenia, zdobyte podczas badań oraz eksploatacji zarówno pantografów, jak i osprzętu sieci trakcyjnej wykazują, że nakładki stykowe o szerokości mniejszej niż 60 mm, mogą powodować uszkodzenia nie tylko samych nakładek stykowych, ale również i osprzętu kolejowej sieci trakcyjnej.

